

ループ素子で励振したフレームアンテナの特性解析

日大生産工 ○坂口 浩一 関 智弘

1. はじめに

先に、半波長ダイポール素子を正方形に折り曲げ、これを内側に配置したループ素子で励振するフレームアンテナを提案し、このアンテナが多偏波（水平・垂直・右旋・左旋円偏波）放射することを報告した[1]。またアンテナ寸法と特性との関係について概要も示した[2]。本稿ではフレームアンテナの特性解析を行い、この多偏波対応の小形アンテナ寸法の最適化を目指し検討している。

2. アンテナ形状

先の報告[1]ではワイヤーで、[2]ではストリップ導体で構成したアンテナを用いた。本稿で検討に用いたループ素子で励振したフレームアンテナの形状を図1に示す。ギャップ g を有する正方形無給電ループ（フレーム部）は形状寸法の検討のためストリップ導体とし、特性の検討が容易なワイヤーで構成したループ素子で給電をしている。給電はループ素子のみだが、フレーム部は給電コネクタの接地側に接続してある。検討に当たり、初期設定としてフレーム部全長は半波長、厚さ $0.2[\text{mm}]$ 、ギャップ長 $g=1[\text{mm}]$ 、ループ素子には $2r=1[\text{mm}]$ 径のワイヤーを用いた。設計周波数は後の実験の都合より $300[\text{MHz}]$ とし、 $W=H=125[\text{mm}]$ とした。また本稿では $D=110[\text{mm}]$ の結果のみ示す。解析はモーメント法にて行った。

3. アンテナ特性

図2にフレーム部の厚さを変化させたときの周波数変化を示す。厚さを薄くすることにより動作周波数は高くなることより、フレーム部を薄く構成する場合には低周波化の検討が必要になることが分かる。図3に $f=290 \sim 320[\text{MHz}]$ の入力インピーダンス特性図を示す。厚さを薄くするにつれ電流経路断面が狭くなることより抵抗成分および容量成分が増加

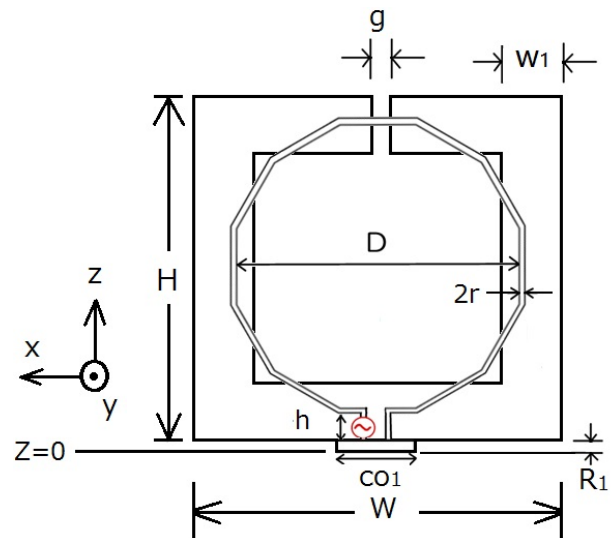


図1 アンテナ形状図

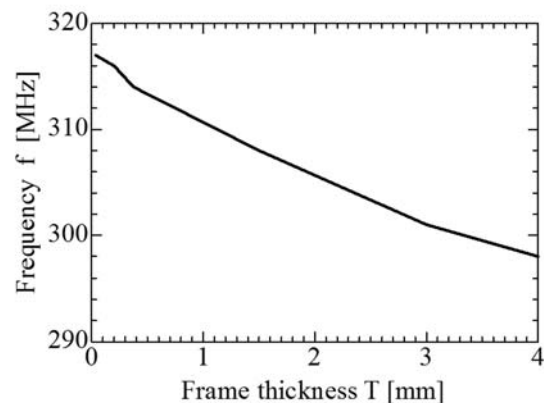


図2 フレーム部厚さ変化（周波数特性）

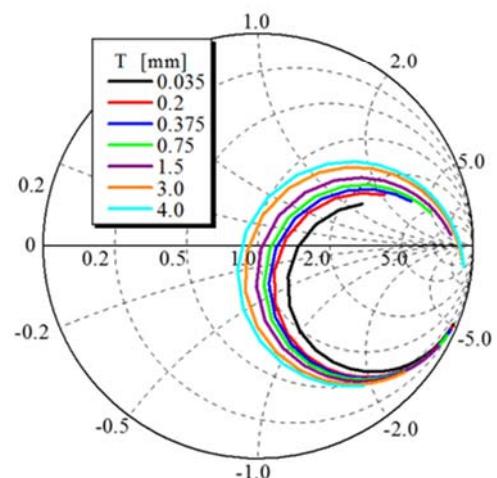


図3 フレーム部厚さ変化（Zin 特性）

Fundamental Analysis of Frame Antenna

Koichi SAKAGUCHI Tomohiro SEKI

する．厚さ $T=0.035[\text{mm}]$ は誘電体基板等の銅箔を想定した．図 4 に放射利得の変化を示す．直線偏波の E_θ および E_ϕ 成分には厚さの大きな影響は見られないが，右旋(RHCP)および左旋(LHCP)円偏波成分は厚さが薄くなるにつれ利得が低下していき， $T=0.375[\text{mm}]$ 以下になると減少の変化割合も大きくなっている．図 3 とあわせ，ループ素子径 D の調整が必要になる．

先の報告[1][2]ではフレーム部幅は $3[\text{mm}]$ としていたが，ここで幅 w_1 の影響を調べる．図 5 より w_1 が小さくなるにつれ動作周波数の低下が見られる．これはフレーム寸法 $W=H$ を一定として w_1 を変化させているため， w_1 を小さくするとフレーム部の実効長が長くなるためと考えられる．また逆に $38[\text{mm}]$ を超えると急激に動作周波数が高くなっている．結果は示さないがフレーム部上電流分布を調べた結果， w_1 を大きくすると複雑な電流分布となっており，これが動作周波数上昇の一因と考えられる．また図 6 に $f=310\sim 380[\text{MHz}]$ の Z_{in} 特性を示す． $38[\text{mm}]$ 以上では整合が取れないこと， w_1 よりインピーダンスが変化することよりループ素子径 D の選定が重要となる．図 7 に利得特性を示す．各偏波成分ともに w_1 を大きくすると利得は低下する．これらの結果より，本稿の場合は w_1 を $5[\text{mm}]$ とすることにより目的の周波数近くで動作し，整合が取れ，高い利得が得られることが分かった．

4. まとめ

ループ素子で励振したフレームアンテナの特性解析により，各部寸法と特性の関係を明らかにした．特にアンテナの小形化，プリント化に対しての情報が得られた．今後さらに給電ループ素子とフレーム部形状との関係の検討を進め，最適形状の設計につなげたい．

最後に，何時も有益なコメントを戴く長谷部望日大元教授に感謝いたします．

参考文献

- [1] 坂口浩一，長谷部望，“ループ素子で励振したフレームアンテナ”，2013 信学総大，B-1-97
- [2] 坂口浩一，長谷部望，“ループ素子で励振したフレームアンテナの基礎検討”，2014 信学総大 B-1-119

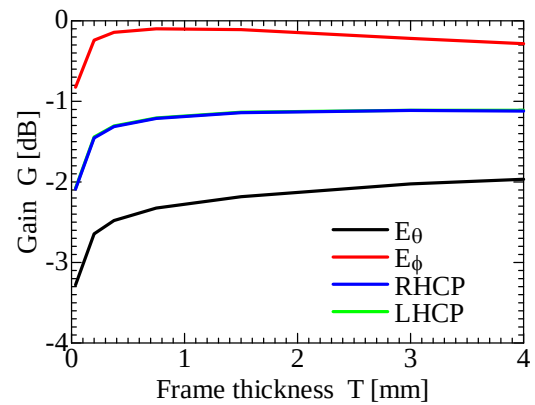


図 4 フレーム部厚さ変化 (利得特性)

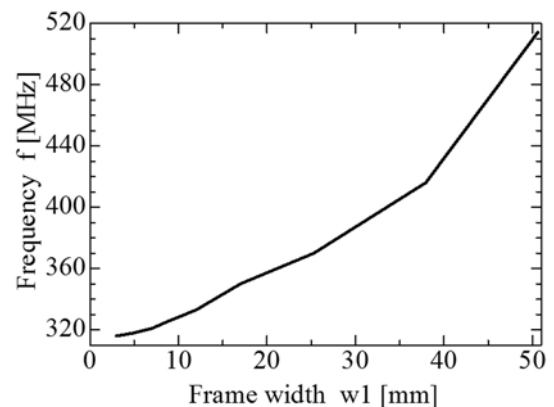


図 5 フレーム部幅変化 (周波数特性)

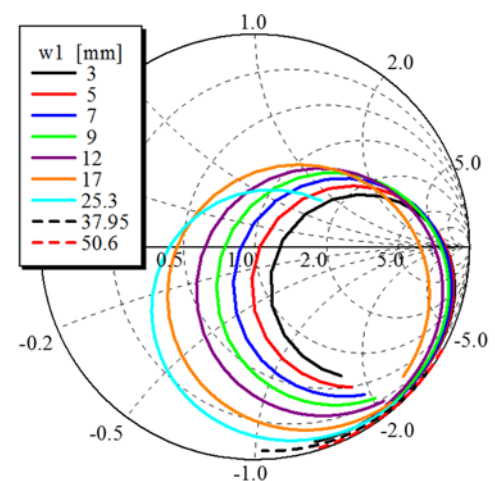


図 6 フレーム部幅変化 (Z_{in} 特性)

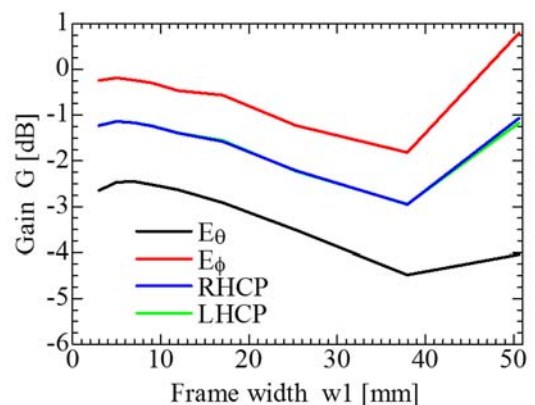


図 7 フレーム部幅変化 (利得特性)